

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-324203

(43)Date of publication of application : 16.12.1997

(51)Int.Cl.

B22F 3/02

B29C 67/00

(21)Application number : 08-142675

(71)Applicant : RIKAGAKU KENKYUSHO

(22)Date of filing : 05.06.1996

(72)Inventor : MORIYASU KIYOSHI

OMORI HITOSHI

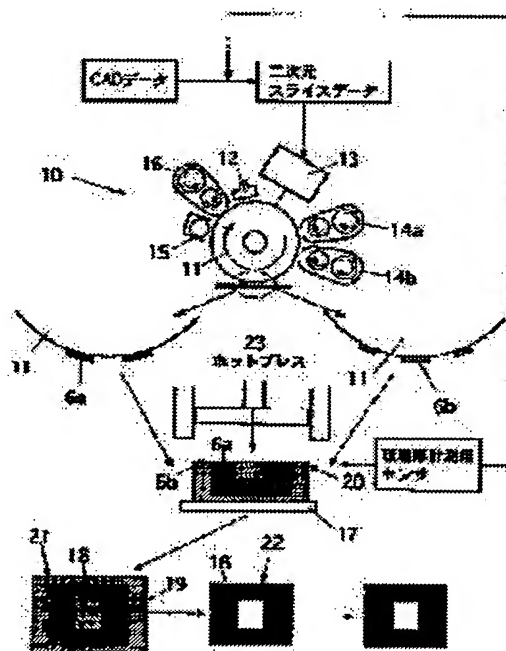
NAKAGAWA TAKEO

(54) THREE-DIMENSIONAL SHAPE GENERATING METHOD BY POWDER LAMINATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a three-dimensional shape generating method capable of drastically reducing the thickness of laminated layers, decreasing the differences in level and drastically reducing the need for polishing as a result thereof, manufacturing very small three-dimensional models with high accuracy, decreasing the restrictions on the materials to be used, directly manufacturing the three-dimensional models consisting of metals, ceramics, resins, etc., and manufacturing the models consisting of plural materials and the colored models.

SOLUTION: Two-dimensional slicing data is formed from the CAD data of the three-dimensional models. Plane images 20 consisting of ≥ 2 kinds of the powders formed by using different powders 6a, 6b in a model part 18 and a space part 19 are transferred and fixed by an electrostatic photographic method in accordance with this slicing data. A powder solid 21 consisting of ≥ 2 kinds of the powders is formed by successively laminating the powder plane images. The powder 6b occupying the space part 19 is then removed by treating this powder solid, by which the three-dimensional shape 22 consisting of the powder 6a occupying the model part 18 is generated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3454636

[Date of registration] 25.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

8482
No. 4

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-324203

(43) 公開日 平成9年(1997)12月16日

(51) Int.Cl.⁶

B 2 2 F 3/02

B 2 9 C 67/00

識別記号

庁内整理番号

F I

B 2 2 F 3/02

B 2 9 C 67/00

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平8-142675

(22) 出願日

平成8年(1996)6月5日

(71) 出願人 000006792

理化学研究所

埼玉県和光市広沢2番1号

(72) 発明者 守安 精

東京都板橋区大谷口上町85-2 フレッシュ
ユハイツ301号

(72) 発明者 大森 整

埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所
内

(72) 発明者 中川 威雄

埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所
内

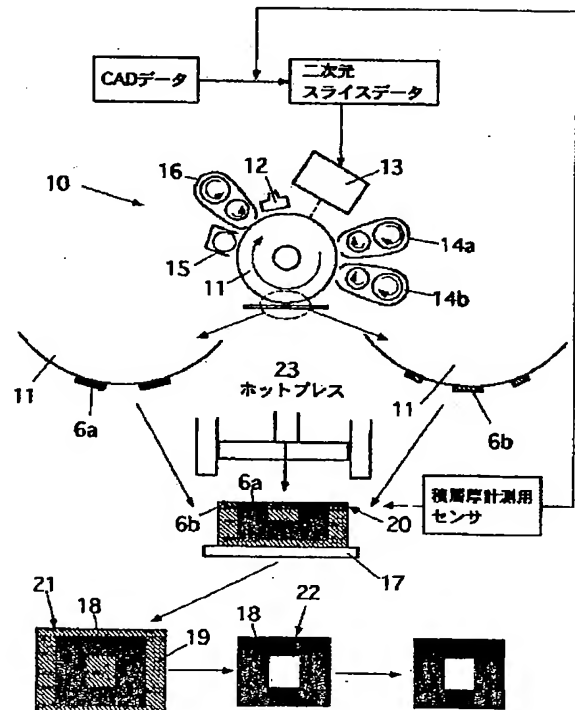
(74) 代理人 弁理士 堀田 実 (外1名)

(54) 【発明の名称】 粉末積層法による三次元形状創成方法

(57) 【要約】

【課題】 積層厚さを大幅に低減でき、これにより段差を低減し研磨加工の必要性を大幅に低減することができ、高精度で微小な三次元モデルを製作でき、使用材料の制約が少なく、金属、セラミック、樹脂などからなる三次元モデルを直接製作でき、また複数の材料からなるモデルや、色の付いたモデルを製作できる三次元形状創成方法を提供する。

【解決手段】 三次元モデルのCADデータから二次元スライスデータを作成し、スライスデータをもとに、モデル部18と空間部19とで異なる粉末6a、6bを用いた2種以上の粉末からなる平面画像20を静電写真法により転写・定着させ、粉末平面画像を順次積層して2種以上の粉末からなる粉末立体21を作成し、次いで粉末立体を処理して空間部19を占める粉末6bを除去してモデル部18を占める粉末6aからなる三次元形状22を創成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 三次元モデルのCADデータから二次元スライスデータを作成し、該スライスデータをもとに、モデル部と空間部とで異なる粉末を用いた2種以上の粉末からなる平面画像を静電写真法により転写・定着させ、該粉末平面画像を順次積層して2種以上の粉末からなる粉末立体を作成し、次いで粉末立体を処理して空間部を占める粉末を除去し、これによりモデル部を占める粉末からなる三次元形状を創成する、ことを特徴とする粉末積層法による三次元形状創成方法。

【請求項2】 前記モデル部の粉末は、高融点金属又はセラミックであり、前記空間部の粉末は、低融点金属、樹脂、ワックス、又はカーボンであり、加熱により空間部を占める粉末を除去する、ことを特徴とする請求項1に記載の三次元形状創成方法。

【請求項3】 前記モデル部の粉末は、銅又は銅合金であり、前記空間部の粉末は、アルミニウム又はアルミニウム合金であり、アルカリ又は酸により空間部を占める粉末を溶解除去する、ことを特徴とする請求項1に記載の三次元形状創成方法。

【請求項4】 三次元形状を創成した後、更に、含油処理、水蒸気処理、硫化処理、化成処理、溶浸処理、熱処理、又は研磨処理を行う、ことを特徴とする請求項1に記載の三次元形状創成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、粉末積層法による三次元形状創成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、機械部品の高機能化と意匠性の高度化により、ますます複雑な曲線がCADによって設計されている。しかし、CADで設計した工業製品の製造には、原型（プロトタイプ）の試作等に、依然として多大な時間と費用がかかっている。このため、工業製品の開発速度を上げるとともに開発コストを下げるために、より優れた試作品などの一品生産システムの開発が強く望まれていた。そこで登場したのが、迅速試作品生産方式である「ラピッドプロトタイピング」であった。

【0003】このラピッドプロトタイピング(Rapid Prototyping)は、ステレオリソグラフィ(Stereolithography)とも呼ばれ、材料を徐々に積み重ねていくことによって形状創成をするもので、その意味では付加加工の範疇に属するものである。ラピッドプロトタイピングには様々な方式が提案されているが、共通している点は三次元CADデータを二次元スライスデータの積層されたものとして捉え、スライスデータによる固体薄層を積層していく点である。ラピッドプロトタイピングの方式を分類すると、光造形、粉末溶着、熔融紡糸堆積、フィルム積層の4つに大別される。

【0004】光造形法（又は光固化造形法）は、光硬化

性樹脂を光で硬化させて三次元物体を創成するものである。図5は光固化造形法の原理図であり、(A)まず三次元CADやX線CTなどにより作製した三次元モデル1のデータを、コンピュータ上で水平にスライスして断面形状データを作り、(B)次に、液状の光硬化性樹脂2の液面に、スライスデータに沿ってレーザ光3を走査しながら照射する。光硬化性樹脂は、レーザ光が照射された部分だけがある厚みをもって硬化し、断面形状データどおりの硬化層4が形成される。(C)次に、この硬化層4（造形物）を載せたテーブル5をモデル1をスライスしたピッチだけ移動し、硬化した層の上面に未硬化の薄い樹脂層を形成する。その際、ブレードと呼ぶ部材でリコート(Recoat)と呼ぶ平坦化操作を行い、未硬化樹脂液の表面を均一にならす。そして同様にレーザ光3を断面形状どおりに走査しながら照射し、硬化した層は直前の硬化層4と一体化する。(D)B及びCの工程を繰り返すことにより、対象となる三次元モデルが造形される。

【0005】上述した光固化造形法は、CADデータから型を介さずに直接三次元物体が創成できる特徴を有し、精密製造などのマスタモデルの製作、地図や立体像の製作等の多くの分野で用いられている。

【0006】一方、粉末溶着法は、液体の光硬化性樹脂の代わりに粉末を用いるものであり、ロールで粉末を一定厚さに散布した後、レーザ光を照射、加熱熔融させるものである。この方法では、粉末として樹脂、金属、セラミックが使用できる特徴がある。また、熔融紡糸堆積法は、粒子の代わりに細径のノズルより熔融した材料を紡糸として固化と同時に操作して平面層を作って堆積する方法であり、溶融材としては樹脂系とワックス系の材料が使われる。

【0007】更に、フィルム積層法は、薄いフィルムをスライスデータに従って切断し、それを積層して立体を創成する方法であり、フィルムとしては主に紙が用いられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来のラピッドプロトタイピングにおいて、積層の際の積層厚さはなるべく薄く均一にすることが理想的である。しかし、従来の各方式では、例えば表面張力等により未硬化の薄い樹脂層の形成が困難等の原因により、十分な薄さを実現できていない（例えば、現状の最低厚さは、約50 μ m）。このため、積層の際に段差ができ、この段差を除去するために積層完了後の研磨加工が不可欠となる。しかし、この研磨加工は、自動化が困難であり、多くが研磨技術をもった熟練職人によって行われるため、プロセス全体の自動化の大きな妨げとなっている。また、積層厚さ以下の大きさのモデルは製造不可能であるため、ごく小さなモデル（例えば、全体が1mm以下のマイクロ部品）は作ることができなかった。

【0009】更に、工業製品の原型（プロトタイプ）は、金属やセラミックで製造することが、型取り等の後工程のために望ましいが、従来のほとんどのラピッドプロトタイピング（上述した光造形、熔融紡糸堆積、フィルム積層）では、材料が樹脂、ワックス、紙等に限定され、金属やセラミック等を用いて直接モデルを製作することはできなかった。また、上述した方式のうち粉末溶着法では、金属、セラミックを材料とできるが、出来上がったものは多孔質で脆いため、後工程（溶浸処理等）を必要とし、微小な製品には適用が困難であった。

【0010】本発明は、上述した種々の問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、積層厚さを大幅に低減でき、これにより段差を低減し研磨加工の必要性を大幅に低減することができる三次元形状創成方法を提供することにある。また、本発明の別の目的は、高精度で微小な三次元モデルを製作できる三次元形状創成方法を提供することにある。更に、本発明の別の目的は、使用材料の制約が少なく、金属、セラミック、樹脂などからなる三次元モデルを直接製作できる三次元形状創成方法を提供することにある。また複

数の材料からなるモデルや、色の付いたモデルを製作できる三次元形状創成方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、三次元モデルのCADデータから二次元スライスデータを作成し、該スライスデータをもとに、モデル部と空間部とで異なる粉末を用いた2種以上の粉末からなる平面画像を静電写真法により転写・定着させ、該粉末平面画像を順次積層して2種以上の粉末からなる粉末立体を作成し、次いで粉末立体を処理して空間部を占める粉末を除去し、これによりモデル部を占める粉末からなる三次元形状を創成する、ことを特徴とする粉末積層法による三次元形状創成方法が提供される。

【0012】本発明の好ましい実施形態によれば、前記モデル部の粉末は、高融点金属又はセラミックであり、前記空間部の粉末は、低融点金属、樹脂、ワックス、又はカーボンであり、加熱により空間部を占める粉末を除去する。また、前記モデル部の粉末は、銅又は銅合金であり、前記空間部の粉末は、アルミニウム又はアルミニウム合金であり、アルカリ又は酸により空間部を占める粉末を溶解除去してもよい。また、三次元形状を創成した後、更に、含油処理、水蒸気処理、硫化処理、化成処理、溶浸処理、熱処理、又は研磨処理を行うことが好ましい。

【0013】上記本発明の方法によれば、使用する粉末径を小さくする（例えば10～20 μ m）ことにより、粉末からなる薄い膜（平面画像）を均一に作ることができ、これにより積層厚を極めて薄くすることができ、段差をほとんどなくし後工程で必要となる研磨加工の手間を軽減もしくは省略することができる。また、積層厚を

極めて薄くできる（例えば10～20 μ m）ことから、例えば、全体が1mm以下のマイクロ部品のような、更に高精度で微小な三次元モデルを製作することもできる。

【0014】更に、平面画像を静電写真法により転写・定着させるので、帯電性のあるあらゆる材料（例えば、金属、セラミック、樹脂等）を用いることができ、使用材料の制約が極めて少ない。従って、金属、セラミック、樹脂、もしくはこれらの混合物を用いることにより、三次元モデルを直接製作することができ、かつ複数の材料からなるモデルや、色の付いたモデルを製作することもできる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面を参照して説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。図1は、本発明の方法を実施する粉末積層装置の模式図である。この図において、10は、静電写真装置であり、感光ドラム11、帯電器12、光源部13、現像ユニット14a、14b、除電器15、クリーニングローラ16等からなる。感光ドラム11は、この図で時計回り（右回り）に回転し、この回転に対応して、帯電器12により感光ドラム11の表面を一様に帯電（例えば+）させ、光源部13で所望の画像を露光し、露光部の電荷を減少させていわゆる静電潜像を形成し、現像ユニット14a（又は14b）で帯電した粒子6a（又は6b）を静電潜像に電氣的に付着させて可視像を得ようになっている。

【0016】感光ドラム11上の粒子6a（又は6b）は、転写により基板17上に転写され、除電器15でドラムに残る電荷を完全に除去し、クリーニングローラ16で粒子を清掃し、感光ドラム11は最初の状態に戻る。

【0017】図1の粉末積層装置を用い、本発明の三次元形状創成方法は、以下のステップで行われる。

（1）まず、三次元モデルのCADデータから二次元スライスデータを作成し、作成したスライスデータをもとに、モデル部18と空間部19とで異なる粉末を用いた2種以上（この図では6a、6bの2種）の粉末からなる平面画像20を静電写真法（すなわち粉末積層装置）により転写させる。なお、画像の転写は、粉末毎に行い、全粉末の転写が完了して1枚の平面画像20が完成する。定着には、例えばホットプレス23を用いる。

（2）定着時に粉末の積層厚を測定し、これをもとに二次元スライスデータを作成する。

（3）粉末平面画像20を順次基板17上に積層して2種以上の粉末からなる粉末立体21を作成する。この積層は、基板17上に既に積層した画像20の上にそのまま重ねて行う。なお、粉末6a、6bが基板17上に既に積層した画像20上に転写（移動）しやすいように、基板17と感光ドラム11の間に適当な電圧を印加する

のがよい。

【4】次いで粉末立体21を処理して空間部19を占める粉末6bを除去してモデル部18を占める粉末6aからなる三次元形状22を創成する。

【0018】前記モデル部18の粉末6aは、例えば高融点金属又はセラミックであり、前記空間部19の粉末6bは、低融点金属、樹脂、ワックス、又はカーボンであるのがよい。この構成により、加熱により空間部19を占める粉末6bを溶解又は焼却により除去することができる。また、前記モデル部18の粉末6aは、銅又は銅合金であり、前記空間部19の粉末6bは、アルミニウム又はアルミニウム合金であってもよい。この構成により、アルカリ又は酸により空間部19を占める粉末6bを溶解除去することができる。

【0019】なお、空間部19を占める粉末6bを除去する手段は、これらのものに限定されず、異なる粉末の物性差により、その一方を除去できる周知の手段を用いることができる。

【0020】更に、三次元形状22を創成した後、含油処理、水蒸気処理、硫化処理、化成処理、溶浸処理、熱処理、又は研磨処理を行うことが好ましい。これらの後処理を行うことにより、創成した三次元形状22の性能を更に向上させることができる。

【0021】図2は、本発明の方法を更に詳しく示すフロー図である。この図に示すように、本発明の方法は、全ての工程が全て自動化が可能であり、熟練職人による手作業等を介することなく、三次元部品を完成させることができる。

【0022】図3は、本発明の方法を実施する別の粉末積層装置の模式図である。この図において、感光プレート11aは平面に構成されており、感光プレート11aが取り付けられた移動板11bが水平に往復動するようになっている。また、この移動板11bの下面に、帯電器12a、光源部13、現像ユニット14、除電器15、クリーニングローラ16等が水平に配置されている。また、移動板11bの図で右端には、帯電器12aよりも強力な別の帯電器12bが設置されている。この構成により、図1における感光ドラム11の回転の代わりに、感光プレート11a及び移動板11bの往復動により、図1と同様に、作成したスライスデータをもとに、モデル部18と空間部19とで異なる粉末を用いた2種以上（この図では4種）の粉末からなる平面画像20を静電写真法（すなわち粉末積層装置）により転写・定着させることができる。

【0023】なお、この図における帯電器12bは、移動板11bの右移動時に粉末立体21の上面を帯電器12aよりも強力に帯電させ、感光プレート11aに付着した粉末を粉末立体21の上面に移動させる機能を有する。また、23は、ヒータ23aを備えたホットプレスであり、転写後の粉末立体21を上昇させてヒータ23

aに密着させ、平面画像20を粉末立体21の上面に定着させるようになっている。また、24は、レーザー等の測長器であり、粉末立体21の上面がヒータ23aに密着した際の位置を検出し、創成過程における粉末立体21の上面位置を正確に算出し、所望の三次元形状22を得ようになっている。その他の構成及び作用は、図1と同様である。

【0024】図4は、本発明の方法を実施する更に別の粉末積層装置の模式図である。この図において、25、26は、それぞれ縮小露光装置であり、図示しない別の露光装置でモデル部18と空間部19の画像マスク25a、26aを作成し、これを感光プレート11a上に縮小露光するようになっている。その他の構成は、図3と同様である。この構成により、例えば、全体が1mm以下のマイクロ部品のような、更に高精度で微小な三次元モデルを製作することもできる。

【0025】なお、本発明は上述した実施形態及び実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更できることは勿論である。

【0026】

【発明の効果】上述した本発明の方法によれば、使用する粉末径を小さくする（例えば10～20 μ m）ことにより、粉末からなる薄い膜（平面画像20）を均一に作ることができ、これにより積層厚を極めて薄くすることができ、段差をほとんどなくし後工程で必要となる研磨加工の手間を軽減もしくは省略することができる。また、積層厚を極めて薄くできる（例えば10～20 μ m）ことから、例えば、全体が1mm以下のマイクロ部品のような、更に高精度で微小な三次元モデルを製作することもできる。

【0027】更に、平面画像20を静電写真法により転写・定着させるので、帯電性のあるあらゆる材料（例えば、金属、セラミック、樹脂等）を用いることができ、使用材料の制約が極めて少ない。従って、金属、セラミック、樹脂、もしくはこれらの混合物を用いることにより、三次元モデル21を直接製作することができ、かつ複数の材料からなるモデルや、色の付いたモデルを製作することもできる。

【0028】従って、本発明の粉末積層法による三次元形状創成方法は、積層厚さを大幅に低減でき、これにより段差を低減し研磨加工の必要性を大幅に低減することができ、高精度で微小な三次元モデルを製作でき、使用材料の制約が少なく、金属、セラミック、樹脂などからなる三次元モデルを直接製作でき、また複数の材料からなるモデルや、色の付いたモデルを製作できる、等の優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法を実施する粉末積層装置の模式図である。

【図2】本発明の方法を示すフロー図である。

【図3】本発明の方法を実施する別の粉末積層装置の模式図である。

【図4】本発明の方法を実施する更に別の粉末積層装置の模式図である。

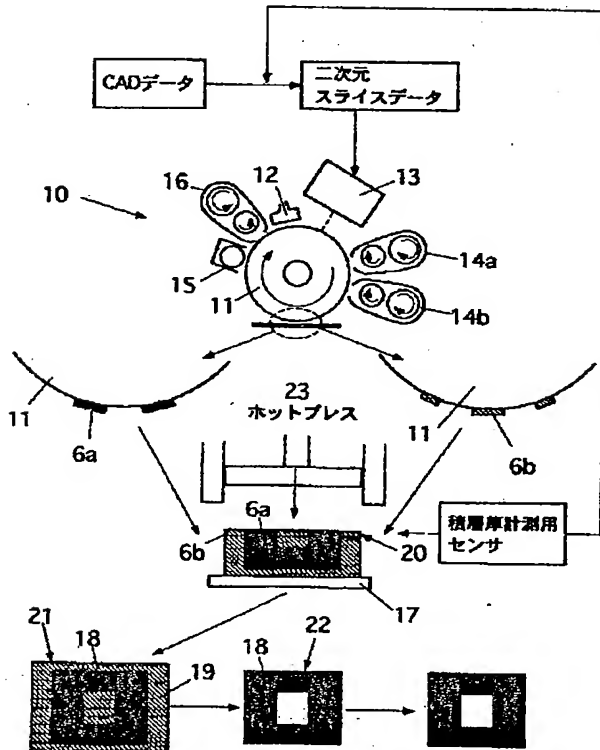
【図5】光固化造形法の原理図である。

【符号の説明】

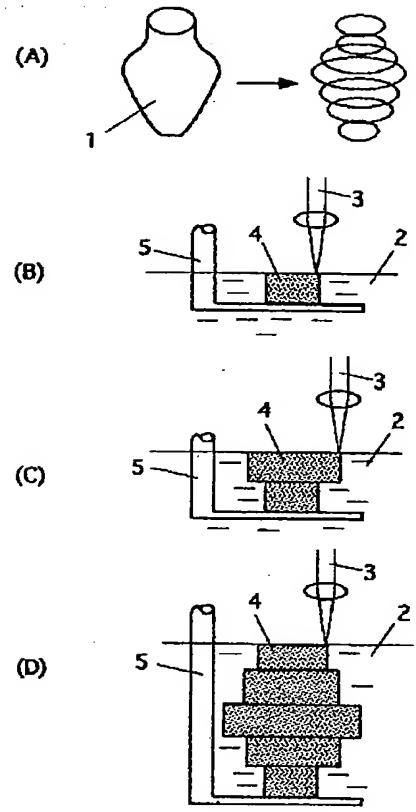
- 1 三次元モデル
- 2 光硬化性樹脂
- 3 レーザ光
- 4 硬化層
- 5 テーブル
- 10 静電写真装置
- 11 感光ドラム
- 11a 感光プレート
- 11b 移動板
- 12, 12a, 12b 帯電器

- 13 光源部
- 14, 14a, 14b 現像ユニット
- 15 除電器
- 16 クリーニングローラ
- 17 基板
- 18 モデル部
- 19 空間部
- 20 平面画像
- 21 粉末立体
- 22 三次元形状
- 23 ホットプレス
- 23a ヒータ
- 24 測長器
- 25, 26 縮小露光装置
- 25a, 26a 画像マスク

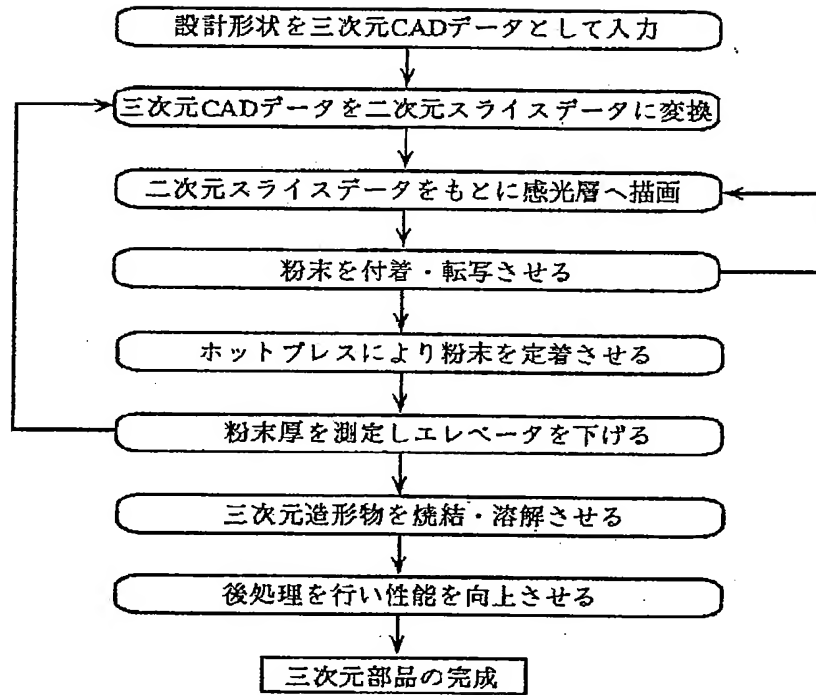
【図1】



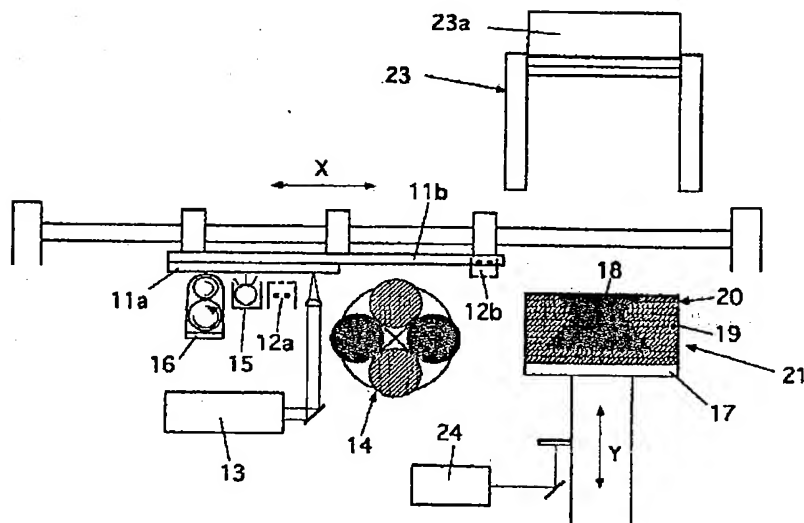
【図5】



【図2】



【図3】



【図4】

